

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-224411

(43)Date of publication of application : 17.08.1999

(51)Int.Cl.

G11B 5/39

(21)Application number : 10-022961

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing :

04.02.1998

(72)Inventor : KOMURO MATAHIRO

YOSHIDA NOBUO

FUYAMA MORIAKI

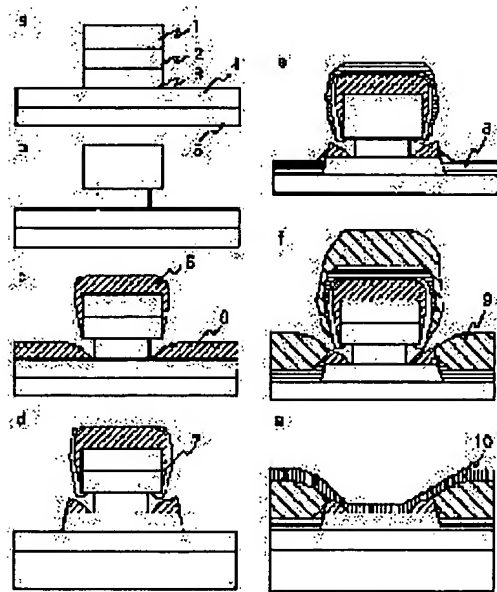
(54) REPRODUCING HEAD, ITS PRODUCTION AND MAGNETIC DISK DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To control the overlapping amt. with good accuracy by forming a reproducing head in such a manner that the reproducing part of the head has a magnetic sensitive part, magnetic domain controlling film, gap film and electrode, and that the electrode film on a magnetoresistive effect film and the electrode film on the magnetic domain controlling film consist of different materials or the electrode film is discontinuous in its shape or crystal grains along the edge part of the magnetoresistive film.

SOLUTION: An electrode film 6 is formed after a lift-off pattern is formed and before a

magnetoresistive film is etched by milling method or the like. After the electrode film 6 is formed, the magnetoresistive film 4 and the electrode film 6 are etched at one time. By etching, the electrode film 6 remains only on the magnetoresistive film and a redeposited layer 7 by etching is formed around the lift-off pattern. Since the electrode



film 6 and the redeposited layer 7 are present in the undercut part due to redeposition, vapor deposition particles hardly intrude. Also a redeposited layer is formed around the oxide 2 and the resist 1, the succeeding vapor deposition film is not formed inside of the electrode 6.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-224411

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

G 1 1 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-22961

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月4日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小室 又洋

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 芳田 伸雄

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 府山 盛明

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

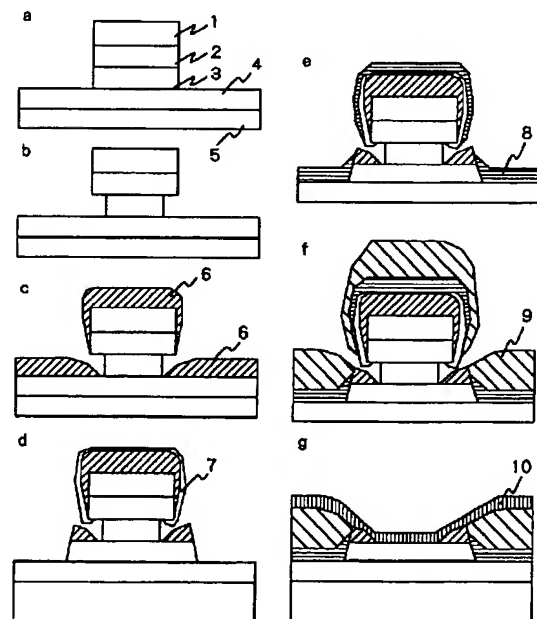
(54) 【発明の名称】 再生ヘッド及びその作製方法並びに磁気ディスク装置

(57) 【要約】

【課題】 巨大磁気抵抗効果膜を有する再生ヘッドの製作では、電極間隔を決定するフォトマスクと磁区制御間隔を決定するフォトマスクの2枚のフォトマスクを用いる必要があり、2枚のフォトマスク間の合わせ精度が問題となる。

【解決手段】 磁気抵抗効果膜上の電極膜と磁区制御膜上の電極膜が異なる材料から構成されているか、あるいは磁気抵抗効果膜端部に沿って電極膜の形状あるいは結晶粒が不連続にすることにある。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁気ディスク装置に用いる磁気記録再生ヘッドの再生部が感磁部、磁区制御膜、ギャップ膜、電極を有しており、磁気抵抗効果膜上の電極膜と磁区制御膜上の電極膜が異なる材料から構成されているか、あるいは磁気抵抗効果膜端部に沿って電極膜の形状あるいは結晶粒が不連続になっていることを特徴とする再生ヘッド。

【請求項2】磁気ディスク装置に用いる磁気記録再生ヘッドの再生部が感磁部、磁区制御膜、ギャップ膜、電極を有しており、電極が少なくとも2種類以上の膜から構成され、その内の少なくとも1種類の電極膜が磁気抵抗効果膜の上部のみに形成されていることを特徴とする再生ヘッド。

【請求項3】磁気ディスク装置に用いる磁気記録再生ヘッドの再生部が感磁部、磁区制御膜、ギャップ膜、電極を有しており、電極が少なくとも2種類以上の膜から構成され、その内の少なくとも1種類の他の部分の電極よりも低抵抗を有する電極膜が磁気抵抗効果膜の上部のみ形成されていることを特徴とする再生ヘッド。

【請求項4】磁気ディスク装置に用いる磁気記録再生ヘッドの再生部が感磁部、磁区制御膜、ギャップ膜、電極を有しており、電極が少なくとも2種類以上の膜から構成され、その内の少なくとも1種類の電極膜が磁気抵抗効果膜の上部のみ形成され、他の電極膜は磁気抵抗効果膜と接触していないことを特徴とする再生ヘッド。

【請求項5】磁気ディスク装置に用いる磁気記録再生ヘッドの再生部が感磁部、磁区制御膜、ギャップ膜、電極を有しており、電極が少なくとも2種類以上の膜から構成され、電極膜の少なくとも1種類と磁気抵抗効果膜を同時にエッチングすることを特徴とする再生ヘッドの作製方法。

【請求項6】磁気ディスク装置に用いる磁気記録再生ヘッドの再生部が感磁部、磁区制御膜、ギャップ膜、電極を有しており、電極が少なくとも2種類以上の膜から構成され、電極膜の少なくとも1種類の内側間隔及び外側間隔、磁気抵抗効果膜の幅及び磁区制御膜の間隔を1つのパターンで決定する工程を含む再生ヘッドの作製方法。

【請求項7】磁気ディスク装置に用いる磁気記録再生ヘッドの再生部が感磁部、磁区制御膜、ギャップ膜、電極を有しており、電極が少なくとも2種類以上の膜から構成され、その内の少なくとも1種類の電極膜に関して、間隔が磁区制御膜の間隔よりも狭く、かつ電極膜の外側端部が磁気抵抗効果膜の端部に等しいことを特徴とする再生ヘッド。

【請求項8】請求項1から7のいずれか1項記載の再生ヘッドを用いた記録再生ヘッドを搭載していることを特徴とする磁気ディスク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子計算機及び情報処理装置等に用いられる磁気記録装置に係り、特に高密度記録を実現する上で好適な新規な薄膜磁気ヘッドと記録再生分離型磁気ヘッド及び磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】磁性体メモリの主流は磁気ディスクと磁気テープにある。これらに用いられている記録媒体は、A1基板や樹脂製テープ上に磁性薄膜が成膜されている。この記録媒体に磁気情報を書き込むため、電磁変換作用を有する機能が用いられる。磁気情報を再生するため、磁気抵抗効果あるいは巨大磁気抵抗効果を利用した機能が用いられる。これら機能は磁気ヘッドと呼ばれる入出力用部品に設けられている。

【0003】磁気ヘッドは、磁気情報の書き込み部と読みだしを行う再生部から構成される。書き込み部はコイルとこれを上下に包みかつ磁気的に結合された磁極から構成される。再生部は、磁気抵抗効果素子部とこの素子部に電流を流し抵抗変化を検出するための電極から構成される。記憶装置の性能は、入出力動作時のスピードと記憶容量によって決まり、製品競争力を高めるためにはアクセス時間の短縮化と大容量化が必須である。また、情報機器の軽薄短小化の要求から記憶装置の小型化が重要になってきた。

【0004】これらの要求を満足するためには単一の記録媒体内に多くの磁気情報を書き込み、かつ再生できる磁気記録装置の開発が必要である。この要求を満足させるためには、装置の記録密度を高める必要がある。高記録密度を実現するためには、書き込まれた微細な磁区からの信号を再生する必要がある。これには、再生幅すなわち電極幅を磁区制御狭くし、かつ低抵抗にすることにより実現できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】高記録密度を実現するためには再生ヘッドの分解能を高くする必要がある。再生ヘッドには磁気抵抗効果膜、磁区制御膜、電極膜及びギャップ膜が上下シールド膜の間に構成されている。磁区制御膜は磁気抵抗効果膜の中の磁化回転する強磁性層の磁区を制御し、磁区制御膜が硬質強磁性膜の場合、磁気抵抗効果膜の端部は磁区制御膜により磁化回転の制限を受ける。このため磁気抵抗効果膜端部の感度が中央部の感度よりも低くなる。

【0006】このような感度が低下する磁気抵抗効果膜端部よりも中央部側に電極膜端部を形成することにより高感度部分のみに電流を流す構造が提案されている。例えば特願平4-358310号明細書（参照）や米国特許第5,438,470号公報に記載されているように巨大磁気抵抗効果膜両端部に接している磁区制御膜の間隔よりも内側に電極が形成された実施例がある。

【0007】この場合には電極膜は一層であり、巨大磁気抵抗効果膜端部を何らかの方法でエッチングした後にキャッピング層を形成し、さらに電極膜を別のマスクを用いて巨大磁気抵抗効果膜上の電極膜をエッチングするリフトオフ法を用いて形成する。このような構造の場合には電極間隔を決定するフォトマスクと磁区制御間隔を決定するフォトマスクの2枚のフォトマスクを用いる必要があり、2枚のフォトマスク間の合わせ精度が問題となる。また、巨大磁気抵抗効果膜上の電極膜のみを低抵抗の電極材料に変えることは不可能である。

【0008】本発明の目的は、電極間隔と磁区制御膜間隔を1枚のフォトマスクを用いて決定することにより、磁区制御膜と電極膜のオーバーラップ量を精度良く制御した再生ヘッドとその作製方法及び磁気ディスク装置を提供するにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明では一つのリフトオフパターンを利用して磁区制御膜間隔と電極間隔を両方を決定する方法と本手法を用いて作製した再生ヘッドの構造を提供しており、その手段を図1により説明する。図1において感磁部となる巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜4はギャップ膜5の上にスパッタリング法や真空蒸着法等の方法で作製し、次に述べるリフトオフパターンを形成して磁気抵抗効果膜4をエッチングする。比較的平坦な磁気抵抗効果膜4の上にレジスト3/酸化物膜2/レジスト1の3層からなるaに示す形状のパターンをフォトリソとエッチングにより形成する。

【0010】次にドライエッチング法によりレジスト3を後退させる。この時、レジスト1が後退あるいは消失しても良いが酸化物膜2はほとんど後退しないようにすることが重要である。すなわち、レジストに対する酸化物のエッチング速度が小さいエッチング条件を用いる必要がある。

【0011】酸化物膜2の下のアンダーカット量は0.05-0.2 μm であり、レジスト3の厚さは0.05-0.3 μm である。電極幅が磁区制御膜の間隔よりも狭い場合は従来電極膜を形成する前に磁気抵抗効果膜をエッチングし、その後で磁区制御膜および電極膜を形成していた。この従来の手法では2枚のマスクを用いる必要がありマスク間の合わせ精度が問題になる。

【0012】これに対して、本実施例ではリフトオフパターンを図1bで形成後ミリング法等で磁気抵抗効果膜をエッチングする前に電極膜6を形成する。この電極膜6の間隔が再生トラック幅を決定し、同じパターンを用いて磁区制御間隔を決定する。このためマスクの合わせの問題は無い。再生トラック幅を精度良くコントロールするためには、図1bのアンダーカットの長さでレジストの高さを精度良く形成する必要がある。

【0013】電極膜6を形成したcの工程後、磁気抵抗

効果膜4及び電極膜6を同時にエッチングする。このエッチングにより磁気抵抗効果膜4の上部のみ電極膜6が残る。エッチング方法および条件により電極膜6及び磁気抵抗効果膜4端部の角度は制御することが可能である。

【0014】エッチング後の形状は図1のdのようになり、エッチングによる再付着7がリフトオフパターンの周辺に形成される。この再付着によりアンダーカット部には電極膜6及び再付着7があるために蒸着粒子が浸入しにくくなっており、また酸化物2及びレジスト1の周囲にも再付着が形成されるため、次に蒸着される膜は電極膜6の内側に形成されない。

【0015】このため、磁区制御膜8は、電極膜6及び磁気抵抗効果膜4の外側にeに示すように形成することが可能である。次に、主に磁区制御膜の上に電極膜9を形成する。電極膜9は電極膜6よりも厚くfに示すように磁気抵抗効果膜と直接接触していない。また電極膜9と電極膜6の間に段差が少なくするように膜厚を最適化して、fのような形状とすることができる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明の実施例を以下に説明する。リフトオフ法によって電極を形成する例を説明する。図1において感磁部となる巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜4はギャップ膜5の上にスパッタリング法や真空蒸着法等の方法で作製し、次に述べるリフトオフパターンを形成して磁気抵抗効果膜4をエッチングする。ギャップ膜には Al_2O_3 や SiO_2 等の酸化物や AlN , BN , C 等の窒化物や炭化物の内のいずれかあるいはこれらの材料の積層膜が用いられ、スパッタリング法、真空蒸着法あるいはCVD法等の方法で作製する。膜厚は10~100nmである。

【0017】巨大磁気抵抗効果膜は反強磁性膜、固定層、導電性非磁性膜及び自由層から構成された膜であり、シート抵抗が50 Ω 以下である。巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜の上には保護膜としてTa, W等の高抵抗高融点金属膜あるいは酸化物膜を形成しても良い。比較的平坦な磁気抵抗効果膜4の上にレジスト3/酸化物膜2/レジスト1の3層からなるaに示す形状のパターンをフォトリソとエッチングにより形成する。エッチング条件は磁気抵抗効果膜4の特性劣化が無いように最適化され、物理的エッチングが少ない条件を用いている。

【0018】次にドライエッチング法によりレジスト3を後退させる。この時、レジスト1が後退あるいは消失しても良いが酸化物膜2はほとんど後退しないようにすることが重要である。すなわち、レジストに対する酸化物のエッチング速度が小さいエッチング条件を用いる必要がある。酸化物膜2の下のアンダーカット量は0.05-0.2 μm であり、レジスト3の厚さは0.05-0.3 μm である。電極幅が磁区制御膜の間隔よりも狭い場合

は従来電極膜を形成する前に磁気抵抗効果膜をエッチングし、その後で磁区制御膜および電極膜を形成していた。

【0019】これに対して、本実施例ではリフトオフパターンを図1bで形成後ミリング法等で磁気抵抗効果膜をエッチングする前に電極膜6を形成する。この電極膜の比抵抗は小さくかつ電極膜が耐マイグレーションが必要なことから、高融点かつ低比抵抗の材料であるTa, W, Ir, Pt, Nb, Mo, Ru等の元素からなる合金あるいはこれらの金属膜と貴金属膜との多層膜が電極膜としては望ましい。また電極膜6がレジスト3の側面に成長すると電極間隔の精度やギャップ膜の耐圧特性が劣化するため、レジスト側面に成長しないようにする。

【0020】このためには、方向制御膜形成手法を採用した。すなわち、ターゲット基板間距離を大きくしたスパッタリング法や蒸着源と基板間距離を長くした真空蒸着法等で実現できる。このような手法を採用することにより、図1cに示すようにレジスト3の側壁に電極膜6を成長させずに形成することが可能である。この電極膜6の間隔が再生トラック幅を決定するが、再生トラック幅を精度良くコントロールするためには、図1bのアンダーカットの長さとレジストの高さを精度良く形成する必要がある。

【0021】本実施例では電極膜6の内側の間隔は0.3μmから1.0μmの範囲であれば作製できる。電極膜6を形成したcの工程後、磁気抵抗効果膜4及び電極膜6を同時にエッチングする。このエッチングにより磁気抵抗効果膜4の上部のみ電極膜6が残る。エッチング方法および条件により電極膜6及び磁気抵抗効果膜4端部の角度は制御することが可能である。イオンミリング法の場合はオーバーエッチング量とミリング角度で角度が変化する。また反応性イオンエッチング法の場合にはガス圧、陰極降下電圧、出力等により端部形状が変化する。

【0022】このようなパラメータにより60〜90度の範囲で端部形状をコントロールすることができる。エッチング後の形状は図1のdのようになり、エッチングによる再付着7がリフトオフパターンの周辺に形成される。この再付着によりアンダーカット部には電極膜6及び再付着7があるために蒸着粒子が浸入しにくくなっており、また酸化物2及びレジスト1の周囲にも再付着が形成されるため、次に蒸着される膜は電極6の内側に形成されない。

【0023】このため、磁区制御膜8は、電極膜6及び磁気抵抗効果膜4の外側にeに示すように形成することが可能である。磁区制御膜8はCoCr合金、CoCrPt合金、Sm合金等である。また磁区制御膜の膜厚は5〜30nmである。次に、主に磁区制御膜の上に電極膜9を形成する。電極膜9や磁区制御膜8は電極膜6の端部（外側）であれば形成されても良い。電極膜6や電

極膜8の形成前には下地膜を軽くクリーニングしても良い。

【0024】電極膜9は電極膜6よりも厚くfに示すように磁気抵抗効果膜と直接接触していない。また電極膜9と電極膜6の間に段差が少なくするように膜厚を最適化して、fのような形状とすることができる。電極膜9を形成後、ギャップ膜10をスパッタリング法、反応性スパッタリング法、あるいはCVD法で形成する。ギャップ膜の材料はAl₂O₃、SiO₂、AlN、BN、C等である。またAl膜等の酸化あるいは窒化していない膜を成長させ、その後で酸化あるいは窒化させることによりgのようにギャップ膜を作製することもできる。

【0025】図2において感磁部となる巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜4はギャップ膜5の上にスパッタリング法や真空蒸着法等の方法で作製し、図1で説明したようにリフトオフパターンを形成して磁気抵抗効果膜4をエッチングする。ギャップ膜にはAl₂O₃やSiO₂等の酸化物やAlN、BN、C等の窒化物や炭化物の内のいずれかあるいはこれらの材料の積層膜が用いられ、スパッタリング法、真空蒸着法あるいはCVD法等の方法で作製する。膜厚は10〜100nmである。

【0026】巨大磁気抵抗効果膜あるいは磁気抵抗効果膜の上には保護膜としてTa、W等の高抵抗高融点金属膜あるいは酸化物膜を形成しても良い。比較的平坦な磁気抵抗効果膜4の上にレジスト3／酸化物膜2／レジスト1の3層からなるaに示す形状のパターンをフォトリソとエッチングにより形成する。エッチング条件は磁気抵抗効果膜4の特性劣化が無いように最適化され、物理的エッチングが少ない条件を用いている。下側のレジスト3と酸化物2の代わりに、材料2と材料3の選択比が高い組合せを用いることもできる。例えば下側レジスト3の代わりにTa、TaW等を使用し酸化物にSiO₂やAl₂O₃あるいは貴金属膜を用いることができる。貴金属膜を用いる場合には物理的なエッチング手法を用いれば良い。

【0027】本実施例ではドライエッチング法によりレジスト3を後退させているが後退量をウェット法で制御可能であればドライエッチング法を必ずしも用いる必要はない。レジスト1が後退あるいは消失しても良いが酸化物膜2はほとんど後退しないようにすることが重要である。酸化物膜2の下アンダーカット量は0.05〜0.2μmであり、レジスト3の厚さは0.05〜0.3μmである。

【0028】実施例ではリフトオフパターンを図2bで形成後ミリング法等で磁気抵抗効果膜をエッチングする前に電極膜6及び絶縁膜11を形成する。この電極膜の比抵抗は小さくかつ電極膜が耐マイグレーションが必要なことから、Ta、W、Ir、Pt、Nb、Mo、Ru等の元素からなる合金あるいはこれらの金属膜と貴金属膜との多層膜が電極膜としては望ましい。また電極膜6

や絶縁膜11がレジスト3の側面に成長すると電極間隔の精度やギャップ膜の耐圧特性が劣化するため、レジスト側面に成長しないようにする。

【0029】このためには、方向制御膜形成手法を採用でき、図2cに示すようにレジスト3の側壁に電極膜6を成長させずに形成することが可能である。この電極膜6の間隔が再生トラック幅を決定するが、再生トラック幅を精度良くコントロールするためには、図2bのアンダーカットの長さやレジストの高さを精度良く形成する必要がある。電極膜6及び絶縁膜11を形成したcの工程後、磁気抵抗効果膜4、電極膜6及び絶縁膜11を同時にエッチングする。このエッチングにより磁気抵抗効果膜4の上部のみ電極膜6及び絶縁膜11が残る。

【0030】エッチング方法および条件により電極膜6及び磁気抵抗効果膜4端部の角度は制御することが可能である。エッチング後の形状は図2のdのようになり、エッチングによる再付着7がリフトオフパターンの周辺に形成される。この再付着によりアンダーカット部には電極膜6及び再付着7があるために蒸着粒子が浸入しにくくなっており、また酸化物2及びレジスト1の周囲にも再付着が形成されるため、次に蒸着される膜は電極6の内側に形成されない。

【0031】このため、磁区制御膜8は、電極膜6及び磁気抵抗効果膜4の外側にeに示すように形成することが可能である。磁区制御膜8はCoCr合金、CoCrPt合金、Sm合金等である。また磁区制御膜の膜厚は5〜30nmである。次に、主に磁区制御膜の上に電極膜9を形成する。電極膜9や磁区制御膜8は電極膜6の端部（外側）であれば形成されても良い。電極膜6や電極膜8の形成前には下地膜を軽くクリーニングしても良い。

【0032】電極膜9は電極膜6よりも厚くfに示すように磁気抵抗効果膜と直接接触していない。fに示すように、電極膜6と電極膜9の間にはたとえ2つの電極膜が同じ材料であっても、形状や結晶粒には電極膜6の端部で不連続性が認められる。このような不連続性は図1の実施例においても認められる。電極膜9を形成後、ギャップ膜10をスパッタリング法、反応性スパッタリング法、あるいはCVD法で形成する。ギャップ膜の材料は Al_2O_3 、 SiO_2 、AlN、BN、C等である。またAl膜等の酸化あるいは窒化していない膜を成長させ、その後で酸化あるいは窒化させることによりgのようにギャップ膜を作製することもできる。図3は上記部分高比抵抗膜を記録ヘッドに用い、記録ヘッドと再生ヘッドを組み合わせた記録再生ヘッドの一例を示している。再生ヘッドには巨大磁気抵抗効果膜104が用いられ、電流を流すための電極膜105が巨大磁気抵抗効果膜104に電気的に接触している。電極膜105及び巨大磁気抵抗効果膜104の下には下部ギャップ膜を介し

て下部シールド膜106がある。巨大磁気抵抗効果膜104の上には上部ギャップ膜を介して上部シールド膜108があり、上部シールド膜108は記録ヘッドの下部磁極の一部となっている。

【0033】この上部シールド膜108の一部を高比抵抗膜にして記録ヘッドの高周波特性を改善することが可能である。記録ヘッドのギャップ膜102はその上下の磁性膜と幅が等しく、上下の磁性膜101、102は他の磁極部分よりも高飽和磁束密度の材料が望ましい。この高飽和磁束密度膜101の上に幅の広い高比抵抗膜107を用いる。記録ヘッドのコイル109に電流を流し、記録ヘッドからの磁界により記録媒体110に記録される。尚、再生ヘッドは強磁性トンネル膜を用いた異なる構造のヘッドでも良い。

【0034】上記記録再生ヘッドは磁気ディスク装置に第4のように使用される。磁気ヘッド121はモータで回転する記録媒体111の上でヘッド位置決め機構132により記録媒体111上での位置が制御され、記録再生ヘッド121は再生信号処理系133と接続されている。

【0035】

【発明の効果】本発明によれば、RIEによるアンダーカット形成技術を用いているので、リフトオフパターンの精度を向上させることができ、イオンミリング法と併用し、電極膜形成法を最適化することにより、電極内決め構造を1回のフォトリソで作製することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例である再生ヘッドの電極内決め構造の作製プロセスを示す説明図。

【図2】本発明の他の実施例である再生ヘッドの電極内決め構造の作製プロセスを示す説明図。

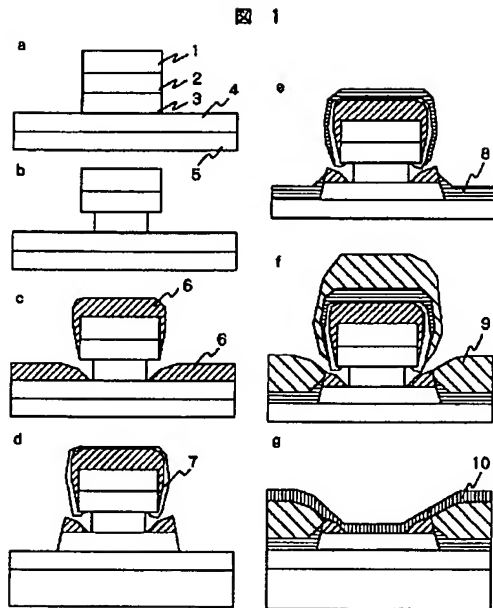
【図3】本発明の電極内決め再生ヘッドを搭載した記録再生ヘッドの斜視図。

【図4】本発明の記録再生ヘッドを用いた磁気ディスク装置の構成図。

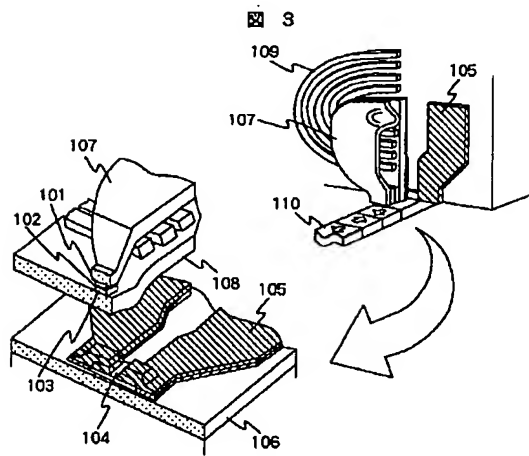
【符号の説明】

1、3…レジスト、2…酸化物、4…磁気抵抗効果膜、5…下部ギャップ膜、6…電極膜、7…再付着膜、8…磁区制御膜、9…電極膜、10…上部ギャップ膜、11…絶縁膜、51…高飽和磁束密度膜、52、53…高比抵抗磁性膜、54…強磁性膜、55、109…コイル、56、102…ギャップ膜、101、103…高飽和磁束密度膜、104…巨大磁気抵抗効果膜、105…電極、106…下部シールド膜、107…高比抵抗（上部）磁性膜、108…高比抵抗（下部）磁性膜、110、111…記録媒体、121…記録再生ヘッド、131…スピンドルモータ、132…ヘッド位置決め機構、133…再生信号処理系。

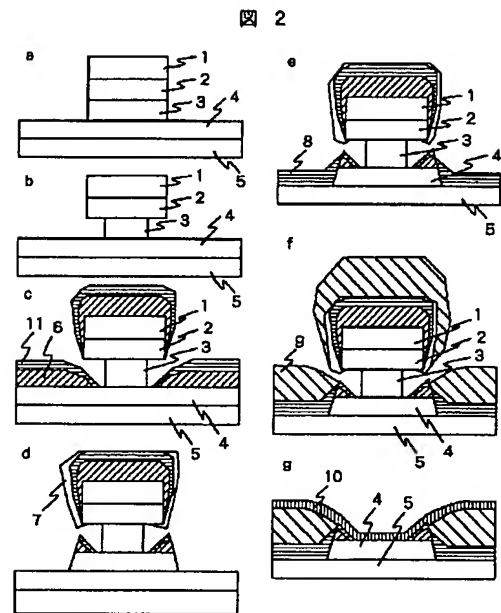
【図1】



【図3】



【図2】



【図4】

